 DOI: https://doi.org/10.12349/edc.v8i5.10299

Analysis of the Match Between the Descending Speed of Fire Rollers and the Personnel Evacuation Time

Qi Zhang

Hebei Province Qinhuangdao Beidaihe New District Housing and Urban-Rural Development Bureau, Qinhuangdao, Hebei, 066000, China

Abstract

The optimal synchronization between fire-rated rolling shutter descent speed and evacuation timelines is pivotal for ensuring occupant safety during building fires and maximizing their smoke containment and fire resistance capabilities. Properly calibrated descent rates provide both sufficient evacuation time and effective barriers against fire spread and smoke dispersion, avoiding dual challenges of excessive speed impeding evacuation and insufficient speed compromising fire protection efficacy. This study focuses on achieving this balance by identifying core influencing factors and critical operational phases, analyzing existing implementation gaps, and exploring evidence-based optimization strategies to enhance building safety systems.

Keywords

fire-rated rolling shutter; descent speed; personnel evacuation time; compatibility; building fire protection

防火卷帘下降速度与人员疏散时间匹配性分析

张琦

河北省秦皇岛北戴河新区住房和城乡建设局，中国·河北 秦皇岛 066000

摘　要

防火卷帘下降速度与人员疏散时间的合理匹配，是保障建筑火灾中人员安全、发挥防火卷帘隔烟阻火功能的核心。合理设定下降速度，既能为人员疏散预留充足时间，又能及时阻断火势与烟气扩散，避免速度过快阻碍疏散、过慢削弱防火效能的问题。本文聚焦两者匹配需求，梳理核心影响因素与关键环节，分析匹配存在的问题，探索科学匹配路径，为建筑防火设计中防火卷帘设置与疏散方案优化提供支撑。

关键词

防火卷帘；下降速度；人员疏散时间；匹配性；建筑防火

1 引言

防火卷帘是建筑防火分隔的关键设施，其下降速度直接决定防火效能与疏散安全性。人员疏散时间受建筑布局、人员密度等多种因素影响，存在不确定性，两者无法有效匹配会引发严重安全隐患。过快下降可能阻挡人员撤离，过慢则会让火势烟气提前扩散，破坏疏散环境。明确两者匹配逻辑，厘清影响匹配的关键问题，是提升建筑防火安全性、完善防火设计的重要环节，也是破解防火卷帘与人员疏散衔接不畅的关键。

【作者简介】张琦（1988–），女，满族，中国河北承德人，本科，高级工程师，从事工程建设管理研究。

2 防火卷帘下降速度与人员疏散时间的核心关联

2.1 防火卷帘下降速度的核心功能定位

防火卷帘的核心功能是火灾发生时，通过有序下降形成有效防火分隔屏障，阻断火势横向蔓延与烟气扩散，为建筑内人员疏散和消防救援争取宝贵时间。其下降速度设定不可随意，需结合建筑使用性质、疏散难度、火灾发展规律等因素综合考量。不同类型防火卷帘的下降速度设计标准虽有差异，但核心目标均为兼顾隔烟阻火及时性与人员疏散安全性。速度过快会在人员未疏散完毕前闭合，阻断通道致人员被困；速度过慢则无法及时分隔，火势烟气扩散会降低疏散安全性、增加风险，合理设定下降速度是衔接其防火功能与疏散需求的关键，直接影响防火疏散体系有效性。

2.2 人员疏散时间的核心构成要素

人员疏散时间是指从火灾警报发出，到建筑内所有人员安全撤离至室外安全区域所需的全部时间，其构成要素复

杂且受多种因素影响。疏散时间主要包括察觉时间、反应时间和行动时间三个核心部分，察觉时间是人员感知到火灾警报或火灾迹象的时间，反应时间是人员从察觉火灾到做出疏散决策、准备疏散的时间，行动时间则是人员从所在位置沿疏散路径撤离至安全区域的时间 [1]。这些环节相互关联、相互影响，任何一个环节出现延迟，都会导致整体疏散时间延长。建筑布局的合理性、疏散通道的宽度与通畅性、人员的年龄结构与安全意识、应急照明与疏散指示标志的完善程度，都会对疏散时间的长短产生直接影响，也决定了人员疏散时间的不确定性，为防火卷帘下降速度的匹配设定带来了一定挑战。

2.3 两者匹配的核心逻辑与重要意义

防火卷帘下降速度与人员疏散时间的匹配，核心逻辑是让防火卷帘的下降进程与人员疏散的整个流程形成同步衔接，既保证人员在疏散全过程中，疏散通道始终保持通畅，又能在人员全部疏散完毕后，及时闭合形成防火分隔。这种匹配关系直接关系到火灾现场的人员生命安全，是提升建筑防火安全性的核心环节。合理的匹配的能够充分发挥防火卷帘的隔烟阻火作用，避免因两者衔接不当引发的安全事故，同时也能优化防火卷帘的运行效率，避免资源浪费。若两者无法实现有效匹配，不仅会削弱防火卷帘的防火效能，还可能加剧人员疏散的风险，导致火灾损失扩大。因此，明确两者匹配的核心逻辑，梳理匹配过程中的关键要点，对完善建筑防火设计、提升应急处置能力具有重要的现实意义。

3 防火卷帘下降速度与人员疏散时间匹配存在的问题

3.1 防火卷帘下降速度设定缺乏针对性

当前部分建筑在设定防火卷帘下降速度时，未结合建筑自身的疏散特点和人员分布情况，而是采用统一的标准或经验值，导致下降速度设定缺乏针对性。部分人员密集场所，如商场、医院、学校等，人员密度大、疏散路径复杂，疏散时间相对较长，但防火卷帘下降速度却设定过快，无法为人员疏散预留充足时间；而部分人员密度较低的建筑，如办公写字楼、仓库等，疏散难度较小，疏散时间较短，但防火卷帘下降速度设定过慢，无法及时发挥隔烟阻火作用，导致火势和烟气提前扩散。这种缺乏针对性的设定，使得防火卷帘下降速度与人员疏散时间无法形成有效匹配，埋下严重的安全隐患，无法充分发挥防火卷帘的核心功能。

3.2 人员疏散时间预估存在偏差

人员疏散时间的预估是实现两者匹配的重要前提，但当前在预估过程中，往往存在明显偏差，导致匹配设定失去科学依据 [2]。部分建筑在预估疏散时间时，未充分考虑建筑内人员的实际情况，如老人、儿童、残疾人等特殊人群的疏散速度较慢，却按照健康成年人的疏散速度进行预估，导致预估的疏散时间偏短；同时，未充分考虑火灾发生时的复杂环境，如烟气遮挡视线、通道拥堵、人员恐慌等因素对疏散速度的影响，进一步加剧了预估偏差。预估偏差会直接导致防火卷帘下降速度设定不合理，要么无法满足人员疏散需求，要么无法及时发挥防火效能，影响整体防火疏散体系的安全性和有效性。

3.3 两者衔接环节存在漏洞

防火卷帘下降速度与人员疏散时间的匹配，需要完善的衔接环节作为支撑，但当前部分建筑在两者衔接方面存在明显漏洞。部分建筑的防火卷帘下降与火灾警报、应急照明、疏散指示等系统未实现联动，导致防火卷帘开始下降时，人员尚未收到明确的疏散指令，或疏散通道的照明、指示系统未及时启动，影响人员疏散速度，进而导致两者无法同步衔接；此外，部分建筑未设置防火卷帘下降的缓冲机制，下降过程中无分段减速或暂停功能，若人员在疏散过程中遇到阻碍，无法及时调整疏散路径，容易被下降的卷帘阻挡。衔接环节的漏洞，使得两者的匹配关系无法有效落地，降低了建筑防火疏散的整体效能。

4 影响两者匹配性的关键因素

4.1 防火卷帘自身性能因素

防火卷帘自身的性能的是影响其下降速度与人员疏散时间匹配性的基础因素，主要包括卷帘的驱动方式、材质、结构设计等。不同驱动方式的防火卷帘，其下降速度的稳定性和可调性存在差异，电动式防火卷帘下降速度相对均匀，且可根据实际需求进行调节，更易实现与疏散时间的匹配，而手动式防火卷帘下降速度受人为操作影响较大，稳定性不足，难以精准匹配疏散时间。

4.2 建筑布局与疏散条件因素

建筑布局与疏散条件直接影响人员疏散时间的长短，进而影响与防火卷帘下降速度的匹配性。建筑的平面布局、疏散通道的宽度、数量和走向，以及安全出口的位置和数量，都会对人员疏散速度产生直接影响。疏散通道狭窄、数量不足、走向复杂，或安全出口位置偏远、数量不足，都会延长人员疏散时间，需要相应减慢防火卷帘下降速度；反之，疏散通道宽阔、通畅，安全出口便捷、充足，人员疏散时间较短，可适当加快防火卷帘下降速度。此外，建筑内应急照明、疏散指示标志的完善程度，以及疏散通道内是否存在障碍物，也会影响疏散条件，进而影响两者的匹配效果。

4.3 人员构成与安全意识因素

建筑内人员的构成与安全意识，是影响人员疏散时间、进而影响两者匹配性的重要人文因素。人员构成方面，老人、儿童、残疾人等特殊人群的疏散速度较慢，若建筑内此类人群占比较高，会显著延长整体疏散时间，需要防火卷帘下降速度相应放缓；而健康成年人占比较高的建筑，疏散速度较快，可适当加快卷帘下降速度。人员的安全意识也会影响疏散效率，安全意识较强的人员，在火灾发生时能快速做出反

应、有序疏散，缩短疏散时间；而安全意识薄弱的人员，可能出现恐慌、拥挤、盲目逃生等行为，延长疏散时间，甚至引发疏散事故，破坏两者的匹配关系。

5 优化防火卷帘下降速度与人员疏散时间匹配性的路径

5.1 科学设定防火卷帘下降速度

优化两者匹配性的核心的是科学设定防火卷帘下降速度，需结合建筑的使用性质、人员密度、疏散难度等实际情况，制定针对性的速度标准。对于人员密集、疏散难度大的建筑，如商场、医院、学校等，应适当减慢防火卷帘下降速度，预留充足的人员疏散时间，同时设置分段下降功能，在卷帘下降至一定高度时暂停，为未疏散人员预留逃生通道，待人员基本疏散完毕后，再完成闭合。对于人员密度低、疏散难度小的建筑，如办公写字楼、仓库等，可适当加快防火卷帘下降速度，确保及时发挥隔烟阻火作用。同时，应采用可调速的电动式防火卷帘，便于根据实际疏散情况灵活调整下降速度，提升匹配的灵活性和科学性。

5.2 精准预估人员疏散时间

精准预估人员疏散时间是实现两者有效匹配的前提，需全面考虑影响疏散时间的各类因素，采用科学的预估方法。在预估过程中，应充分考虑建筑内人员的构成，重点关注老人、儿童、残疾人等特殊人群的疏散需求，合理测算其疏散速度；同时，结合建筑布局、疏散通道条件、火灾场景下的环境变化等因素，综合测算察觉时间、反应时间和行动时间，确保预估结果贴合实际情况[3]。此外，应定期开展疏散演练，通过实际演练检验预估结果的准确性，及时调整预估参数，为防火卷帘下降速度的设定提供可靠依据，避免因预估偏差导致匹配不当。

5.3 完善两者衔接联动机制

完善的衔接联动机制是保障两者匹配性的重要支撑，需实现防火卷帘下降与火灾警报、应急照明、疏散指示等系统的联动协同。火灾发生时，火灾警报系统应及时发出警报，同时触发应急照明和疏散指示系统启动，为人员疏散提供清晰指引；防火卷帘应根据疏散指令和疏散进度，自动调整下降速度和下降节奏，实现与人员疏散时间的同步衔接。此外，应设置防火卷帘下降的应急暂停装置，若发现有人员尚未疏散完毕，可及时暂停卷帘下降，避免阻挡人员逃生；同时，加强防火卷帘与消防救援系统的联动，确保消防救援人员能够根据现场情况，灵活控制卷帘下降状态，提升应急处置能力。

6 强化两者匹配性的保障措施

6.1 完善相关防火设计规范

强化防火卷帘下降速度与人员疏散时间的匹配性，需完善相关防火设计规范，为设计、施工和使用提供明确的标准和依据。规范中应明确不同类型建筑、不同人员密度场景下，防火卷帘下降速度的合理范围，明确人员疏散时间的预估方法和考量因素，细化两者匹配的设计要求。同时，应结合建筑防火技术的发展，及时更新规范内容，纳入可调速防火卷帘、联动控制系统等新型技术的应用要求，引导设计单位在防火设计中注重两者的匹配性，避免盲目设计、随意设定下降速度，从源头提升建筑防火疏散的科学性和安全性。

6.2 加强防火卷帘维护与管理

防火卷帘的性能稳定性直接影响两者的匹配效果，需加强日常维护与管理，确保其始终处于良好运行状态。建立定期维护保养制度，定期对防火卷帘的驱动系统、控制系统、帘面等进行检查、维修和调试，及时排查和解决下降卡顿、速度不均、联动失效等问题，确保卷帘下降速度稳定、可调。同时，加强对维护人员的专业培训，提升其操作技能和应急处置能力，确保在火灾发生时，能够及时调整卷帘下降状态，保障人员疏散安全。此外，建立定期检测制度，对防火卷帘的下降速度、联动性能等进行检测，确保其符合设计要求和规范标准。

6.3 开展常态化疏散演练与宣传教育

常态化的疏散演练与宣传教育，能够提升人员的疏散效率和安全意识，间接优化防火卷帘下降速度与人员疏散时间的匹配性。定期组织建筑内人员开展疏散演练，模拟火灾场景，让人员熟悉疏散路径、疏散流程和应急处置方法，减少疏散过程中的恐慌、拥挤等行为，缩短疏散时间，使人员疏散节奏与防火卷帘下降速度形成更好的衔接。同时，加强防火安全宣传教育，通过海报、讲座、线上推送等多种形式，普及火灾逃生知识、防火卷帘的作用及疏散注意事项，提升人员的安全意识和自我保护能力，让人员在火灾发生时能够快速、有序疏散，为两者的有效匹配奠定良好的人文基础。

7 结语

本文围绕防火卷帘下降速度与人员疏散时间的匹配性展开分析，明确两者核心关联与匹配逻辑，梳理了当前存在的设定缺乏针对性、预估偏差、衔接不畅等问题，分析了关键影响因素，提出了科学优化路径与保障措施。两者的有效匹配是保障建筑防火安全的关键，需结合建筑实际综合考量，不断优化匹配方案，充分发挥防火卷帘隔烟阻火作用，保障人员疏散安全，为建筑防火安全建设提供有力支撑。

参考文献

[1] 蔡加友. 钢结构建筑防火设计中性能设计方法探讨[J].消防界(电子版),2025,11(22):94-96.

[2] 王铭. 高层建筑防火设计的关键要素与优化策略研究[J].消防界(电子版),2025,11(21):103-105.

[3] 张明宏. 建筑工程防火门防火卷帘设置及控制分析[J].中国建筑金属结构,2025,24(16):190-192.